

「確かな学力」を身につける理科指導の在り方

－「学ぶ楽しさ」を実感できる授業の改善を通して－

金子健治，中村靖之，田村 一

1 はじめに

本校では，平成14年度から，「確かな学力」を身につける学習指導の在り方－学ぶ楽しさを実感できる授業への改善を通して－を研究主題として，3カ年の研究を行うことになった。国際教育到達度評価学会が1995年に行った第3回国際数学・理科教育調査（以下TIMSSと略）によると，日本の中学生は学力は高いが，勉強嫌いであるという結果がでている。理科では，本校の研究主題をうけて理科の楽しさを実感し，さらに確かな学力を身につけるための理科指導の在り方について研究をすることとした。初年度は，生徒の実態調査と宇都宮大学教育学部理科の教官へのインタビューを通して，理科の学ぶ楽しさとは何かを明らかにしながら，授業改善の手だてを検討することにした。

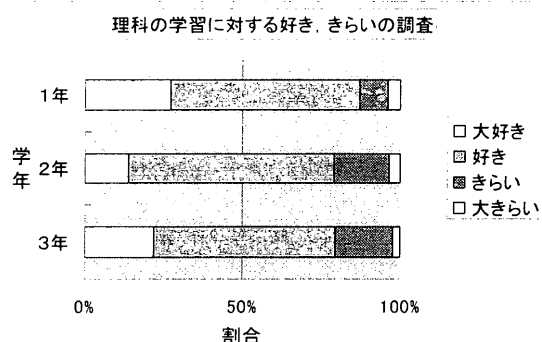
2 理科における学ぶ楽しさ

理科における学ぶ楽しさとは何かを明らかにするために，まず，生徒の実態調査を行い，生徒が学ぶことの楽しさをどのような場面で感じているかを把握した。さらに，宇都宮大学教育学部理科の教官に対して，それぞれ専門の立場から，理科を学ぶ楽しさをどのように考えているか，中学生に対してどのような学習活動を期待するかを調査した。

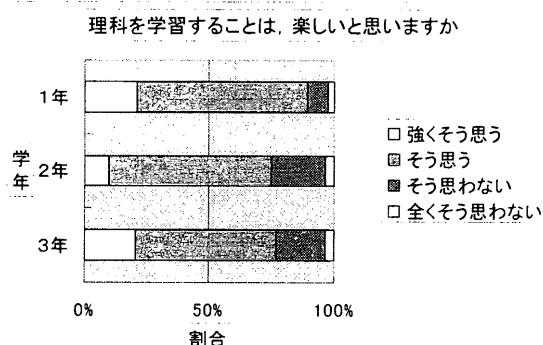
(1) 生徒の実態調査

生徒がどのような場面で学ぶことの楽しさを感じるかを質問紙法によって調査した。調査の対象は，本校の1学年から3学年の生徒のうち，各学年から2クラスを抽出して行った。調査の結果と考察は以下の通りである。

質問 理科を学習することは好きですか。



質問 理科を学習することは，楽しいと思いますか。



国際教育到達度評価学会によって1995年に行われたTIMSSの結果，日本の生徒は理科の学習が大好きである，あるいは好きであると答えた生徒が56%，理科の学習が楽しいと答えた生徒が53%であることが明らかにされている。本校の生徒は75%以上の生徒が理科を学ぶことが好きであり，また楽しいと感じていることがわかった。TIM

S Sの結果と比較すると、本校の生徒は、かなり高い割合で理科の学習を楽しんでいると感じていることがわかる。

(χ^2 検定の結果によると、質問1は $\chi^2(6) = 6.69$ であり学年による有意な差は見られない。質問2も $\chi^2(6) = 9.65$ であり学年による有意な差は見られない。)

* $\chi^2(6)$ の値は、1以上10未満の範囲で有意な差を認めない。

次に、本校の生徒はどのような活動や学習場面で理科の学習が楽しいと感じているのかを、質問した。

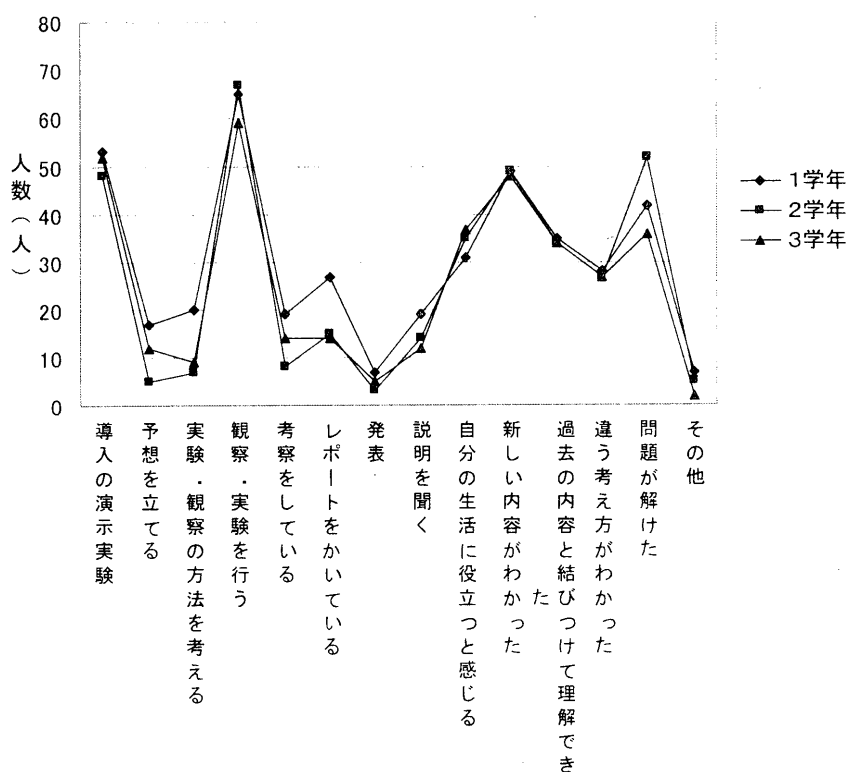
質問 理科の学習をしていてどのようなときに楽しいと感じますか。

この結果をみると、「導入時に演示で興味深い実験を見せてくれたとき」、「実験や観察を行っているとき」、「自分の生活に役に立つと感じたとき」、「今まで知らない全く新しい内容がわかったと感じたとき」、「既習の知識と、新たに得た知識を結びつけて理解できたとき」、「今までと違う考え方があることがわかったとき」、「問題が解けたとき」などに多くの生徒が理科の学習が楽しいと感じている傾向が明らかになった。これらの傾向については、学年による差はほとんど見られなかった。

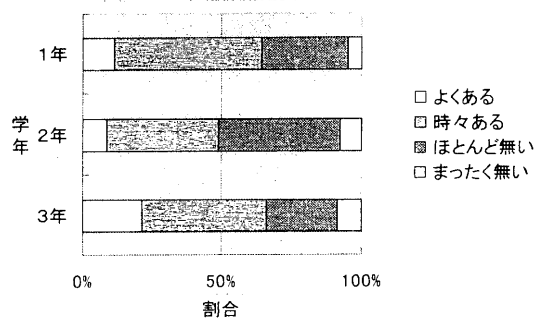
質問 理科の学習から新しい疑問や課題が見つかったことがあるか。

この結果によると、ほぼ半数の生徒が何らかの形で授業がきっかけとなって新しい疑問や課題を見いだしている。このことは、既習の学習の内容が基盤となって、自ら学び、自ら考える方向へ生徒が向かいつつある傾向といえるであろう。また、 χ^2 検定の結果によると、 $\chi^2(6) = 10.68$ であり学年による有意な差が見られる。残差分析を行うと次の表のようになる。

理科の学習を楽しんでいるとき(対象生徒は80人)



理科の学習がきっかけで、新しい疑問や課題が見つかったことがあるか



	よくある	時々ある	ほとんど無い	まったく無い
1年	9	41	24	4
2年	7	32	35▲	6
3年	15▲	32	18	6

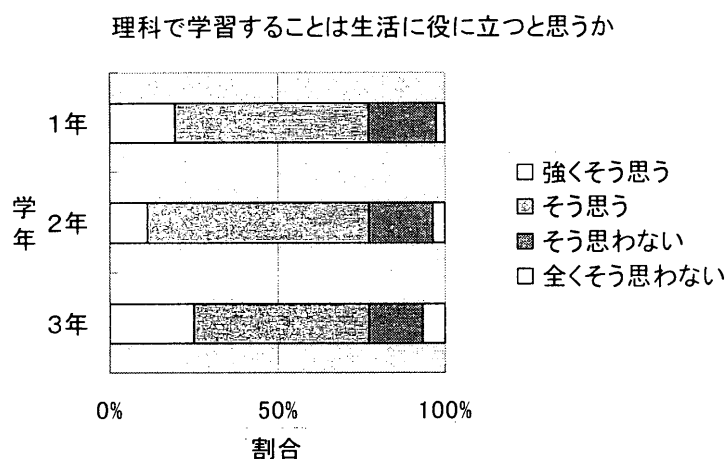
▲ 5 %水準で有意に多い

特徴的なのは、3学年の生徒は、「よくある」と答える生徒は、他の学年に比較して多くなっていることであろう。このことは、3学年になり、それまで蓄えられてきた知識が基礎となり、さらに多くの疑問を生み出していると推測することができる。

質問 理科を学習することは生活に役立つと思いますか。

新学習指導要領によると、理科の学習は日常生活との関連が特に強調されている。本校の生徒は、ほぼ80%の生徒が、理科で学習することは生活に役に立つと感じているようである。

(χ^2 検定を行うと、 $\chi^2(6) = 7.38$ であり学年による有意な差は見られない。)



質問 将来、理科に関する職業につきたいと思うか。

本校の生徒で、「強くそう思う」、「そう思う」と答えた生徒は37.1%である。TIMSSの同様の調査による結果は20%であるから、本校の生徒は、将来理科に関する職業につきたいという希望をもっている生徒が比較的多いといえる。今後、理科の学ぶ楽しさを実感するような授業を展開することにより、このような生徒がさらに増えていくことも期待していきたい。

(χ^2 検定を行うと、 $\chi^2(6) = 6.41$ であり学年による有意な差は見られない。)

以上のような実態調査の結果から、本校の生徒は、理科を楽しく感じたり、生活と関連して考えたり、授業の中から疑問を発見している傾向は高いと考えられる。

今後は、理科を楽しんでいる場面や活動をさらに細かく分析し、さらに楽しいと感じ

ていることが確かな学力につながるような手だてを考え、検証していきたい。

(2) 宇都宮大学教育学部理科の教官へのインタビュー

理科を担当する教官 5 名に対して、理科を学ぶ楽しさをどのように感じているか、また、中学校の理科教育にどのようなことを期待しているかをインタビューを通して調査した。

教官名	専攻	学ぶ楽しさ	中学校の理科教育について
A	化学	<ul style="list-style-type: none"> ・化学変化は目で見て変化がわかるものが多い。その変化が、理論的に解けた時の快感。 ・普通では見えないものが、顕微鏡などの道具を使うことによって見えてくることの面白さ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・優秀な生徒や、もともと理科に対して興味・関心をもっている生徒は、ほっといても伸びていく。むしろ、関心の無い生徒にいかに関心を持たせるかが大切である。 ・見て楽しめる実験を多く取り入れてはどうか。 ・自然科学的なものの見方、考え方を教えることが大切である。
B	化学	<ul style="list-style-type: none"> ・自然の現象を、自分で理論的に解明しながら、理解を深化できていくことが楽しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・理科は易しいものではなく、大変なものである。地道な努力の必要性を教えなければならない。 ・困難さをいくらかでも緩和するためには、学んだ結果何が分かるようになるかの見通しを与えることと、興味がもてるような演示実験などを工夫する必要がある。
C	化学	<ul style="list-style-type: none"> ・子供のときから、科学雑誌などをよく読んでいて、理科に興味をもつようになった。 ・高校の時に、ロボットを作ってみたいと思った。 ・自然の現象を理論的に理解できるのは楽しいことである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物づくりや実験をたくさん行っってはどうか。 ・国語や算数は全員ができるようになった方が良いが、理科や社会は全員ができるようになる必要はない。 ・知識の量を問うような問題はあまり意味がない。
D	物理	<ul style="list-style-type: none"> ・中学校時代に理科展で金賞を受賞したこと。 ・高校卒業後、就職してから、独学で力学を学び、人工衛星の軌道などを計算した。物理学に興味をもつようになり、大学で物理学を学ぶようになった。 ・慣れ親しんでいる多くの現象 	<ul style="list-style-type: none"> ・より多くの体験的な学習を取り入れてほしい。 ・自分でテーマを選び、徹底的に追及できるような学習をしてほしい。

		を物理学を使って説明できることが面白いと思った。	
E	地学	・火山などの研究をして、ある現象を解明すると、さらにわからないところがでてくる。それをさらに追究して解明すると、またわからないことがでてくる。これを追いつけていくことが楽しい。	
F	地学	・自然の現象、特に地形などが、ある場所でこうなっているということの理由が合理的に説明できるのが魅力である。	・実験などが失敗したときに、単に「失敗した、本当はこうなんだよ。」といってしまうのではなく、再び実験をするゆとりをもってほしい。

これらの結果から、ほとんどの教官が様々な自然の現象をそれぞれの方法で、論理的に解明していくことが理科の魅力であると感じている。理科に興味をもつようになったきっかけとしては、理科展への出品や、科学雑誌の影響などが強い動機づけとなったようである。

中学校の理科教育については、演習実験の工夫、実験や実体験の大切さ、実験が失敗したときに再び実験を繰り返せるゆとり、自分でテーマをもって主体的に取り組む課題追究型の学習、また苦勞して学ぶことの大切さ、などを期待している。

(3) 今後の研究の方向性

生徒の実態調査の結果や大学教官へのインタビューの結果などから、学ぶ楽しさを実感することが確かな学力へつなげるための手だての例として、以下の3つを考えた。今後これらを実践し、検証することを研究の方向性としたい。

- ・ 一人ひとりが満足感や達成感を感じられるような観察・実験の工夫
- ・ 自然事象が持つ多様性や独自性の体感や、規則性・法則性の発見
- ・ 有機的なつながりを持った知識の連結による自然観の形成

2 選択理科を実施するにあたって

(1) 拡大された選択教科の在り方

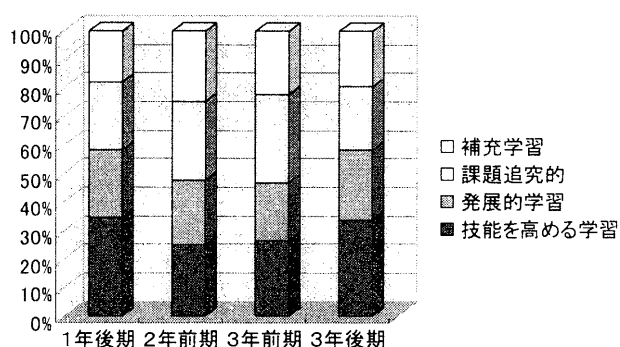
新学習指導要領によれば、選択教科としての「理科」については課題研究、野外観察、補充的な学習、発展的な学習などの学習活動を行うように述べられている。これらの文で補充的、発展的という言葉が使われていることから必修教科の理科で養われる基礎・基本を踏まえていることは明らかである。一方、新学習指導要領第1章総則の選択教科の内容等の取り扱いでは、「必修教科や総合的な学習の時間などとの関連を図りつつ・・・」と述べられている。すなわち、選択教科としての「理科」は、必修教科としての「理科」の内容を基礎・基本にして、それらを補充・発展させることや、「総合的な学習の時間」の中で活用されるような課題解決に関わる技能などを育成する教科と捉えられるのではない

かと考える。

また、選択教科としての理科においては、一人一人の生徒の個性を生かす教育を充実するという考えにたって行われるものである、そのためには、生徒の能力、適性、興味、関心等に応じて、多様な学習活動を充実することが大切である。具体的には、選択する生徒の能力や適性を適切に把握すると共に、生徒の意識をあらかじめ調査しておく必要があると考える。

今年度新たに選択教科としての理科を実施するにあたって、選択理科に対する生徒の意識について全学年でアンケート調査を行った。1年、2年、3年の選択教科の時間で理科を選択するとしたら、どのようなことを学習したいかという質問であり、アンケートの結果は表1に示すとおりである。アンケート

表1 選択理科で取り組みたい学習



トの結果を見ると、自ら課題を設定し発展的に学習したいと考えている生徒、基礎的な内容を再度学習したり、既習の内容を補充したいと考える生徒が、どの時期もほぼ同じようになっていることが分かった。

このような生徒の意識をふまえて、本校では、学習指導要領の完全実施に先駆けて、第1学年後期と第2学年前期、第3学年後期に選択教科としての理科の指導計画を作成し実践している。各コースの概略並びに、現在実施している1年後期の選択の年間指導計画を以下に紹介する。

選択のコース	実施時期	ねらい
基礎実験コース	1年後期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 様々な自然現象に触れ、自然に対する多様な見方や考え方を知る。 ・ 観察・実験の基礎的な技能を身につける。 ・ 探究の過程を経験する。
植物・環境コース	2年前期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然の見方や考え方を学ぶと共に、課題を設定する力を身につける。 ・ 課題解決の技能を向上させる。
補充的学習コース	3年後期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必修理科授業の中で学習した内容を、もう1度繰り返したり、更に詳しく調べたり、より正確な結果が出るようにしたりすることで、技能や知識を定着させる。
発展課題コース	3年後期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然に対する多様な見方考え方を、自らの課題に応用する。

- ・課題設定や解決の技能をより向上させる。
- ・探究の過程を修得する。

選択理科指導計画（第1学年）

コース	学 習 内 容	指導上の留意点
基礎 実験 技能 コース (8)	<p>・中学校における理科実験の基本操作を身につける。</p> <p>【第1分野】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験管，ビーカー，フラスコなどのガラス器具の取り扱い方（洗浄を含む） ・ガスバーナーの使い方 ・メスシリンダーの取り扱い ・ろ過の仕方 ・温度計，温度センサーの取り扱い ・天秤（電子天秤を含む）の取り扱い ・ばねばかりの取り扱い ・電源装置，電流計，電圧計の取り扱い <p>【第2分野】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルーペの使い方 ・顕微鏡の使い方 ・双眼実体顕微鏡の使い方 ・プレパラートの作り方 	<p>・観察・実験に必要な基礎的，基本的な技能の習得をさせる。</p> <p>・第1分野コース，第2分野コースを設け，全員が全ての内容を習得できるよう配慮する。</p> <p>・観察・実験器具は個別化を図り，繰り返しじっくりと取り組めるよう配慮する。</p> <p>・生徒相互の学び合いの場とし，楽しく協力して学習できるような雰囲気を醸成する。</p>
課題 学習 コース (6)	<p>・基礎実験技能コースで身につけた技能を活用し，与えられた課題を解決する。</p> <p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手作りフィラメントをつくろう ・砂鉄から鉄を取り出そう ・水の沸騰は本当に100度？ ・スピーカーを作ろう ・浮沈子をつくろう 	<p>・基礎実験技能コースで習得した観察・実験の技能を生かし，教師側で示した課題をいくつか選択させ，課題解決の楽しさや自然事象の不思議さを実感させる。</p> <p>・追究の過程で生じた疑問点や課題は，メモを取らせ，さらに追究する時間も確保する。</p>
課題 追究 コース (8)	<p>・一つの問題について，課題の設定，追究，レポート作成等，課題解決のプロセスを体験する。</p> <p>追究テーマ</p> <p>「いろいろな気体」</p> <p>「いろいろな固体」</p>	<p>・一連の課題追究型のプロセスを体験させ，自ら考え，追究する意欲や態度を高めさせる。</p> <p>・レポートの作成においては，観察や実験で分かったことと，その結果から自分なりに考察したことに分けて論理的に記述するよう指導する。</p>

3 相対評価から絶対評価へ

(1) 評価の基本的な考え方

2000 年 12 月、教育課程審議会は『児童生徒の学習と教育課程の実施状況の評価のあり方について（答申）』（以下、『答申』）を公表し、「目標に準拠した評価及び個人内評価の重視」や「指導と評価の一体化」といった教育評価観の転換を打ち出した。

今回の『答申』は、根本的な方針として「絶対評価」を打ち出した点が大きく変わった点と言える。『答申』には、「目標に準拠した評価（いわゆる絶対評価）」とある。ここでいう「絶対評価」は予め設定された目標に照らし合わせて、それが達成されているかどうかによって評価すると考えるとよいであろう。そのような評価を、「到達度評価」と言う。

さて、到達度評価を行う上では、生徒たち全員に保障されるべき教育内容を到達目標として明確にする必要がある。次に、そうして設定された到達目標に生徒たちが到達できたかどうかを点検し、到達できていなければ教育実践を改善しなくてはならない。このように考えると、到達度評価は、教育評価の本質を具現化したものと言える。

これまで、評価はともすると生徒たちを「値踏み」すること、テストの成績の点つけをすることと思われがちであった。しかし教育課程審議会がまとめた「基本的な考え方」は、このようなこれまでの評価観を転換しようとするものである。評価の目的は、教育活動をふりかえって指導の改善に役立てることにある。指導と評価の一体化を図るためには、目標に照らして生徒を見る「目標に準拠した評価」を基本にすることがたいへん重要になってくる。このように、評価観の転換が求められているということを、学校内で共通理解することがまずは重要である。今後は、到達目標を明らかにし、またそれを保障していくための具体的な教育のあり方を探っていくことが求められる。

そこで、これからの評価の基本的な考え方を、次のようにまとめる。

ア 相対評価から「目標に準拠した評価（絶対評価）」にあらためる

基礎・基本の内容を確実に身につけ、「生きる力」がはぐくまれているかどうかをとらえるため、目標に照らしてその実現状況を見る「目標に準拠した評価（絶対評価）」を基本とする。

イ 個人内評価を重視する

自ら学ぶ意欲や問題解決能力、個性の伸長などを評価するため、個人内評価（生徒一人ひとりのよい点や可能性、進歩の状況などの評価）を工夫する。

ウ 指導と評価の一体化を図る

評価は、学習の結果に対して行うだけでなく、学習指導の過程における評価の工夫が求められている。生徒の学習の到達度を適切に評価し、評価活動を評価のための評価に終わらせることなく、指導の改善に生かすことが重要である。

エ 学習の過程における評価方法を工夫改善する

工夫改善のポイントとして以下の点が挙げられている。

- ・総括的な評価のほか、分析的な評価、記述的な評価の工夫
- ・学習後だけでなく、学習前や学習の過程での評価の工夫
- ・学期末や学年末のほか、単元ごと、時間ごとの評価の工夫
- ・ペーパーテストのほか、観察、面接、質問紙、作品、ノート、レポートなどを用いた評価の工夫

- ・自己評価や生徒どうしの相互評価を生かした工夫
- ・保護者による評価、教育活動に協力した地域の人々による評価等を参考にする。

特に、教科の特性や観点にふさわしい評価方法を適切に選択したり組み合わせたりするなどの工夫が大切である。

オ 生徒や保護者に学習の評価を十分に説明する

評価が生徒の学習の改善に生かされるように、日常的に生徒や保護者に学習の評価を十分に説明していくことが大切である。

(2) 評価規準表の作成

学習の評価が目標に準拠した評価に変わるために、評価の客観性や信頼性が低下するおそれがある。この危険性を最低限におさえるためには、「評価規準を明確にしておく」必要がある。

評価規準は、観点別学習状況の評価における四観点に沿って、各教科の内容の項目ごとに研究開発していくことが求められている。観点を分けることにより、「何を評価するのか」が明確になり、規準を作成することにより学力の評価が知識面への偏り防ぎ、より多面的に評価することにつながる。さらに、評価規準は誰が利用しても同じように受けとめられるものでなければならない。そこで規準の開発にあたっては、実際の学習の活動状況を表す具体的な事象・事実を盛り込むよう努力しなければならない。さらに、それらの内容をどのような方法（手段）で評価すればよいのかをきちんと明示しておくことも必要である。

最後に、「何を評価するのか」を明確にし「どの程度達成されたか」を規準として、三段階ないしは五段階に評定するという作業が残されている。この達成に関する規準が教師の恣意的な判断による評価にならないようにすることが、生徒や保護者の評価に対する信頼を得て誰がみても納得できる基準にしていくことにつながるのである。

本校においては、従来より絶対評価を学習評価の中心に据え、基礎基本の内容の確実な定着と「生きる力」の育成に努力してきた。さらに、ペーパーテストの結果や観察・実験の結果だけによる評価ではなく、学習の過程（プロセス）全体を見通した多様な評価の実践を行ってきた。しかし、今回の指導要領の改訂に伴い、新たに評価基準表を作成し、より改訂の趣旨に添うような評価を行っていくこととした。

以下に、その表の一部を示す。

1 年 第 1 分 野 理 科 評 価 規 準 表					
単元	章	節	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現
身のまわりの物質	身のまわりの物質	物体を物質で区別するには	・日常経験をもとに、ごみの区別や、身のまわりの物質の区別をどのようにしているか調べようとする。	・物質のいろいろな性質を調べることで物質を区別する手が見いだすことができる。	・物体と物質のちがいにについて、例をあげて説明できる。
		金属の種類で区別するには	・金属どうしを区別する方法を自ら考え、発表できる。	・金属光沢以外の金属を区別する方法を、自分なりの考えで発表できる。	・物質を調べる方法について説明できる。
		白い粉末の物質を区別するには	・見ただけでは区別できない白い粉末の物質を区別する方法について、自分の経験をもとに指摘できる。	・実験の結果から、白い粉末の物質がなにかを予想できる。	・物質を調べる方法について説明できる。
		目に見えない気体を区別するには	・酸素と二酸化炭素の性質を調べる方法に興味・関心をもち、自分の意見を発表できる。	・実験結果をもとに、調べた気体の性質を説明できる。	・物質は、密度で区別できることを説明できる。
水溶液の性質	水溶液の性質	物質が水にとけることとはどういうことか	・物質が水にとけていることや水溶液の性質について興味をもち、自分の考えを発表できる。	・水溶液の状態は、時間が経っても変化しないことを指摘できる。	・物質は、密度で区別できることを説明できる。
		物質が水にとけることとはどういうことか	・物質が水にとけることや水溶液の性質について興味をもち、自分の意見を発表できる。	・水溶液の状態は、時間が経っても変化しないことを指摘できる。	・物質は、密度で区別できることを説明できる。

理科の学習についての実態調査

この調査は、みなさんの理科の学習についての考え方や感じ方を調査するために作られました。ここに書いた内容は成績に関係することは絶対にありませんから、皆さんの考えや感じ方を正直に書いてください。

年	組	男	女
---	---	---	---

- 1 理科を学習することは好きですか。
- 1 大好き 2 好き 3 きらい 4 大きらい
- 2 理科を学習することは、楽しいと思いますか。
- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 そう思わない 4 全くそう思わない
- 3 あなたは、理科の学習をしていて、どのようなときに楽しいと感じますか。あてはまるものに○をつけてください。(いくつ○をつけてもかまいません)
- 1 先生が、単元の開始に興味深い実験を見せてくれたとき
- 2 自分で予想を考えているとき
- 3 実験方法や観察方法を考えているとき
- 4 実験や観察を行っているとき
- 5 実験や観察の結果を考察しているとき
- 6 実験や観察した結果をレポートにまとめているとき
- 7 実験や観察の結果を発表しているとき
- 8 先生の説明を聞いているとき
- 9 授業で学習したことが、自分の生活に役に立つと感じたとき
- 10 今まで知らない全く新しい内容を、学習してわかったと感じたとき
- 11 過去に学んだ内容と、今学んだ内容を結びつけて理解できたとき
- 12 今まで自分がもっていた考え方と違う考え方があることが、わかったとき
- 13 理科の問題を解いていて解けたとき
- 14 その他

具体的に書いてください

- 4 あなたは、理科の授業で学習したことがきっかけになって、新しい疑問や課題が見つかったことがありますか。
- 1 よくある 2 時々ある 3 ほとんど無い 4 まったく無い
- 5 理科を学習することはあなたの生活に役立つと思いますか。
- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 そう思わない 4 全くそう思わない
- 6 あなたは、将来理科に関連した仕事につきたいと思いますか。
- 1 強くそう思う 2 そう思う 3 そう思わない 4 全くそう思わない
- 7 あなたが、もし選択教科で理科を選ぶとしたら、次のどのようなコースを選びたいと思いますか。それぞれの時期であなたが選びたいコース1つに○をつけてください。